



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**Avaliação da qualidade das águas de açudes nos municípios de Petrolina e
Ouricuri, PE e Canudos e Uauá, BA: estudo de caso¹**

L.T. de L. Brito²; J.B. dos Anjos³; E.R. Porto³;
N. de B. Cavalcanti³; J. Gnadlinger⁴; G.H.S. Xenofonte⁵

RESUMO: Os pequenos açudes distribuídos no Semi-Árido brasileiro representam garantia da disponibilidade de água nos períodos secos, seja para consumo humano, animal ou para produção de alimentos. Porém, não existem critérios para priorizar os diferentes usos e, muitas vezes o homem concorre com os animais e outras atividades pela água com baixa qualidade para o consumo. Este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química e bacteriológica das águas em quatorze açudes localizados no sertão pernambucano e baiano, visando definir recomendações para melhoria da qualidade de suas águas. As amostras de água para análise bacteriológica foram coletadas e acondicionadas em caixa de isopor com gelo e enviadas ao laboratório do SENAI-CERTA, as físico-químicas foram analisadas na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE. As variáveis analisadas foram: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3 , HCO_3^- , SO_4 , Cl^- , pH, S.D.T., coliformes fecais e totais. A partir dos resultados, observa-se que em todas as amostras analisadas os parâmetros físico-químicos das águas estão em conformidade com a legislação que estabelece os limites máximos permitidos para consumo humano. Os sólidos dissolvidos totais atingiram máximo de $665,4 \text{ mg L}^{-1}$, em Uauá-BA; os valores de pH variam de neutro a alcalino, obtendo-se um máximo de $\text{pH} = 8,0$. Quanto aos aspectos bacteriológicos, quatro, dos cinco açudes avaliados no município de Ouricuri-PE e todos de Canudos-BA, indicaram contaminação por coliformes fecais, estando, portanto, suas águas fora do padrão de qualidade recomendado para consumo humano de acordo com o Ministério da Saúde. Há necessidade de capacitar as comunidades quanto aos aspectos de qualidade e manejo da águas, seja na fonte e, ou, na forma de tratar e armazenar a água nas residências, como forma de reduzir os índices de doenças.

PALAVRAS-CHAVE: barragem, tratamento água, recursos hídricos, bactérias.

INTRODUÇÃO

No Brasil, especificamente na área do Semi-Árido, muitos esforços foram depreendidos pelos governos ao longo do tempo na tentativa de reduzir os efeitos da irregularidade das chuvas no

¹ Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO. Processo no. 504.112/03-1.

²Eng. Agrícola, pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. 56300-970. Fone: (087) 3862-1711, e-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br

³Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

⁴Sociólogo, Instituto da Pequena Agropecuária Apropriada-IRPAA. C.P. 21, 48900-000, Juazeiro-BA

⁵Agrônomo, Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não-Governamentais Alternativas. Av. Eng. Camacho, 475. Renascença, 56200-000, Ouricuri-PE.

tempo e no espaço. Neste sentido, várias iniciativas foram implementadas, como a política da açudagem iniciada há mais de dois séculos, a perfuração de poços profundos e mais recentemente o programa um milhão de cisternas, entre outros, com o objetivo principal de fornecer água para o consumo humano, animal como também para produção de alimentos. Porém, essas iniciativas continham pouca ou nenhuma diretriz contemplando aspectos relacionados com a qualidade das águas.

No contexto dos açudes, há uma diversidade de termos para defini-lo (barreiro, tanque, açudeco, barragem, represa etc), além de uma grande variabilidade com relação à capacidade de armazenamento (Molle e Cadier, 1992). Em função do volume de água armazenado (V) e da capacidade de resistir aos períodos de extrema escassez de água CEI (1984) classifica os açudes em pequenos: $V < 100.000\text{m}^3$; médios: $100.000\text{m}^3 < V < 10 \text{ milhões } \text{m}^3$ e grandes: $V > 10 \text{ milhões } \text{m}^3$. De acordo com esta classificação, a grande maioria dos açudes construídos na região, são pequenos, que, associados às condições climáticas, como altas taxas evapotranspirométricas e baixas precipitações, favorecem no aumento da concentração de solutos, afetando a qualidade das águas para diferentes usos.

A definição de qualidade da água está sempre associada ao uso. Para consumo humano a legislação brasileira, por meio da Portaria nº. 518, do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, dispõe que “toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água” e define como água potável “aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde” (MS, 2004). Assim, este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade das águas destinadas ao consumo humano, armazenadas em açudes, quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos e, recomendar medidas para melhoria de sua qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 14 açudes, cujas águas são destinadas principalmente ao consumo humano, sendo três no município de Petrolina, cinco em Ouricuri (Pernambuco), três no município de Canudos e três em Uauá (Bahia). As características estruturais dos açudes foram identificadas aplicando-se um questionário simples na comunidade local, contendo informações como: n.º de usuários da água, n.º de animais, existência ou não de área irrigada, capacidade do açude, profundidade, tipo de parede, tratamento da água de beber, manejo da água armazenada, entre outras.

A coleta da água nos açudes foi realizada no período seco de 22/11 a 03/12 de 2004, sendo as amostras de água destinadas as análises físico-química e bacteriológicas coletadas separadamente, de acordo com as recomendações específicas e transportadas aos laboratórios da Embrapa Semi-Árido e do SENAI-CERTA, para realização das respectivas análises. Para a coleta das águas foram utilizadas garrafas de polietileno de boca larga, com capacidade para 500 e 250 ml, respectivamente. As variáveis analisadas foram: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , pH, sólidos dissolvidos totais (SDT), coliformes fecais e totais. Com os teores de Ca^{++} e Mg^{++} foi determinada a dureza total (DT) das águas dos açudes.

As amostras de água para análise bacteriológicas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo a uma temperatura inferior a 10 °C, até o início das análises, as quais foram realizadas até 24 horas após a coleta, devido a distância entre os pontos de amostragem e o laboratório. As análises foram realizadas seguindo a metodologia ME-3.19.01, conforme Instrução Normativa N.º. 62, de 26 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MARA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a classificação estabelecida em CEI (1984), todos os açudes avaliados são pequenos (Tabela 1) e, se enquadram na caracterização dada por Molle e Cadier (1992), que afirmam “o pequeno açude serve principalmente para assegurar o abastecimento durante a estação seca, de maneira a estabelecer uma ligação entre os dois períodos chuvosos; já o açude médio tem a capacidade de suportar um período de aproximadamente vinte meses sem receber água e tem também como principal função o abastecimento da comunidade, além do consumo animal, as atividades domésticas e irrigação”.

Quanto aos aspectos qualitativos da água armazenada nos açudes, pode-se observar que os usuários responderam que não ocorre tratamento da água pelas companhias públicas de abastecimento, com exceção de um açude, em Uauá-BA, o qual também fornece água para a comunidade urbana, embora considerem a água de boa qualidade. Os usuários das águas armazenadas nos açudes do município de Ouricuri-PE afirmaram que os agentes de saúde realizam tratamento da água nas residências, diminuindo os riscos de doenças (Tabela 1).

No Semi-Árido brasileiro, a maioria dos açudes tem também como função fornecer água para o consumo dos animais e para produção de alimentos seja por meio da irrigação ou cultivando na vazante. Estas atividades se não forem realizadas de forma adequada podem comprometer a qualidade da água armazenada nos reservatórios, tendo em vista que, com exceção de um açude (Uauá-BA), nos demais, o consumo da água pelos animais ocorre diretamente na fonte, e muitas vezes depositam fezes e urina nas águas. Nestes casos, o ideal seria que as propriedades localizadas às margens dos açudes dispusessem de cercas e de bebedouros para evitar o contato dos animais com a água, reduzindo os riscos de Tabela 1. Principais características estruturais dos açudes analisados (Novembro/2004).

| Questio- nário | Volume (mil m ³) | Nº. pessoas utilizam a água | Tratamento convencional | Tratamento doméstico | Qualidade água | Consumo direto animais |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|
| Ouricuri-PE | | | | | | |
| 1 | 10-20 | Não informado | Não | A.S.* | Boa | Sim |
| 2 | > 40 | 5.000 | Não | A.S.* | Boa | Sim |
| 3 | 20 - 40 | 350 | Não | Não | Boa | Sim |
| 4 | 20 - 40 | 600 | Não | A.S.* | Boa | Sim |
| 5 | < 10 | 100 | Não | A.S.* | Boa | Sim |
| Petrolina-PE | | | | | | |
| 1 | >40 | 500 | Não | Não | Boa | Sim |
| 2 | 30 | 100 | Não | Não | Boa | Sim |
| 3 | >40 | 500 | Não | Não | Boa | Sim |
| Canudos-BA | | | | | | |
| 1 | 20 | 100 | Não | Não | Boa | Sim |
| 2 | 15 | 90 | Não | Não | Boa | Sim |
| 3 | <10 | 100 | Não | Não | Boa | Sim |
| Uauá-BA | | | | | | |
| 1 | >40 | >25 mil | Não | Não | Boa | Sim |
| 2 | 15 | 150 | Não | Não | Boa | Não |
| 3 | >40 | 37 | Não | Sim** | Boa | Sim |

* Agente de Saúde; ** A água do açude abastece a comunidade e a cidade de Uauá.

contaminação. A contaminação das águas também pode ocorrer pelo uso inadequado de agroquímicos como fertilizantes e pesticidas aplicados nas lavouras.

A partir dos resultados das características físico-químicas das águas (Tabela 2), pode-se observar que, de modo geral, as águas dos açudes atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria 518, de 25 de março de 2004 (MS, 2004), para as variáveis analisadas. Os teores de SDT, que representa a salinidade das águas, em todas as amostras os valores obtidos estão abaixo do limite máximo permitido (1.000 mg L^{-1}) para o consumo humano, atingindo um valor máximo de STD = $665,4 \text{ mg L}^{-1}$ no açude 1, em Uauá-BA; os valores de pH variam de neutro a alcalino, obtendo-se um máximo de pH = 8,0 (açude 3, em Petrolina-PE). Esta situação favorável dos parâmetros físico-químicos de qualidade das águas dos açudes pode estar associada à quantidade de chuvas que ocorreu em toda região neste ano, a exemplo do município de Petrolina-PE, cuja precipitação anual foi de 918,10 mm (Embrapa Semi-Árido, 2004), duas vezes os valores médios anuais de precipitação, favorecendo a renovação das águas armazenadas na grande maioria dos açudes da região.

Embora o questionário aplicado não tenha identificado quais comunidades utilizam irrigação, as águas dos açudes de Petrolina-PE apresentam riscos médios de salinização dos solos (C2) e os açudes 1 e 2 de Uauá-BA estão classificadas como C₃ e C₂, apresentando riscos que variam de severo a médio de salinização dos solo (Ayers e Westcot, 1991).

Quanto aos aspectos bacteriológicos, pode-se observar (Tabela 2), que com exceção do açude 3, os demais do município de Ouricuri-PE e todos de Canudos-BA indicaram contaminação por coliformes fecais, estando, portanto, suas águas fora do padrão de qualidade para consumo humano estabelecido pela Portaria N^o. 518, do Ministério da Saúde (MS, 2004). O Cap. IV, Art. 11, Parágrafo 9, desta Portaria, estabelece que “em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

A determinação da concentração de coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, desenteria e cólera.

Nestas situações as medidas recomendadas estão relacionadas com processos de tratamento da água, os quais podem variar de simples a complexos. Uma medida simples e eficiente parte do

processo de filtração da água, utilizando filtros caseiros facilmente encontrados no comércio. Outra medida é a aplicação de cloro para eliminar as bactérias.

O cloro deve ser aplicado atendendo alguns requisitos básicos e varia em função do volume de água, de forma que a concentração de cloro residual livre seja de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ (MS, 2004). Para isto, basta seguir as orientações da Tabela 3, de acordo com Amorim e Porto (2001), recomendando ainda, que o cloro deve ser aplicado de forma mais homogênea possível, devendo-se repetir a operação sempre que o teor de cloro na água de consumo seja menor que $0,5 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabela 2. Características físico-químicas e bacteriológicas das águas de açudes nos município de Ouricuri, Petrolina, em Pernambuco, Uauá e Canudos na Bahia, coletadas no período seco (novembro/2004).

| Características das águas de açudes | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------------------|-----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|-----------------|--------|
| Código | Físico-químicos | | | | | | | | | SDT (mg L ⁻¹) | Classe p/ irrigação | Dureza Total (mg L ⁻¹) | Bacteriológicas | |
| | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | CO ⁻ ₃ | HCO ⁻ ₃ | SO ⁻ ₄ | Cl ⁻ | pH | | | | Coliformes | |
| | ----- (mmol _e L ⁻¹) ----- | | | | | | | | | | | | Totais | Fecais |
| Ouricuri-PE | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,40 | 0,50 | 0,25 | 0,22 | 0,00 | 1,20 | 0,01 | 0,10 | 7,60 | 38,40 | C1 S1 | 45,00 | 23,00 | 9,20* |
| 2 | 1,30 | 0,40 | 0,28 | 0,29 | 0,00 | 1,40 | 0,04 | 0,30 | 7,50 | 57,60 | C1 S1 | 85,00 | 240,00 | 7,40* |
| 3 | 0,80 | 0,50 | 0,08 | 0,30 | 0,00 | 1,50 | 0,01 | 0,05 | 7,60 | 70,40 | C1 S1 | 65,00 | <3,0 | <3,0 |
| 4 | 1,20 | 0,80 | 0,57 | 0,44 | 0,00 | 2,30 | 0,02 | 0,80 | 7,40 | 153,60 | C1 S1 | 100,00 | 150,00 | 11,00* |
| 5 | 0,50 | 1,00 | 0,17 | 0,62 | 0,00 | 2,00 | 0,04 | 0,10 | 7,40 | 108,80 | C1 S1 | 75,00 | 35,00 | 20,00* |
| Média | 0,84 | 0,64 | 0,27 | 0,37 | 0,00 | 1,68 | 0,02 | 0,27 | 7,50 | 87,76 | | 74,00 | | |
| Petrolina-PE | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2,10 | 1,30 | 0,44 | 0,73 | 0,00 | 3,50 | 0,12 | 0,80 | 7,50 | 243,20 | C2 S1 | 170,00 | <3,0 | <3,0 |
| 2 | 1,80 | 0,70 | 0,30 | 0,79 | 0,00 | 2,80 | 0,09 | 0,50 | 7,40 | 204,80 | C2 S1 | 125,00 | <3,0 | <3,0 |
| 3 | 2,20 | 1,60 | 0,39 | 0,75 | 0,30 | 3,50 | 0,17 | 0,70 | 8,00 | 211,20 | C2 S1 | 190,00 | <3,0 | <3,0 |
| Média | 2,03 | 1,20 | 0,38 | 0,76 | 0,10 | 3,27 | 0,13 | 0,67 | 7,63 | 219,73 | | 161,67 | | |
| Canudos-BA | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,20 | 0,70 | 0,26 | 0,37 | 0,00 | 1,80 | 0,03 | 0,35 | 7,40 | 83,20 | C1 S1 | 95,00 | 11,00 | 3,60* |
| 2 | 1,50 | 0,80 | 0,14 | 0,11 | 0,00 | 2,20 | 0,02 | 0,05 | 7,60 | 121,60 | C1 S1 | 115,00 | 3,60 | 3,60* |
| 3 | 1,20 | 0,60 | 0,52 | 0,36 | 0,00 | 2,20 | 0,04 | 0,05 | 7,80 | 134,40 | C1 S1 | 90,00 | 15,00 | 3,60* |
| Média | 1,30 | 0,70 | 0,31 | 0,28 | 0,00 | 2,07 | 0,03 | 0,15 | 7,60 | 113,07 | | 100,00 | | |
| Uauá-BA | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,70 | 5,00 | 2,70 | 0,50 | 0,00 | 3,25 | 0,07 | 7,20 | 7,50 | 665,60 | C3 S1 | 335,00 | <3,0 | <3,0 |
| 2 | 1,50 | 0,40 | 1,95 | 0,24 | 0,00 | 1,50 | 0,06 | 2,30 | 6,50 | 313,60 | C2 S1 | 95,00 | <3,0 | <3,0 |
| 3 | 1,00 | 0,60 | 0,23 | 0,22 | 0,00 | 1,65 | 0,04 | 0,20 | 7,60 | 115,20 | C1 S1 | 80,00 | 43,00 | <3,0 |
| Média | 1,40 | 2,00 | 1,63 | 0,32 | 0,00 | 2,13 | 0,06 | 3,23 | 7,20 | 364,80 | | 170,00 | | |

* Amostra de água fora dos padrões de qualidade para consumo humano, de acordo com Portaria N°. 518, do Ministério da Saúde (MS, 2004).

Tabela 3. Quantidade de produto a base de cloro líquido para desinfecção de água a um nível de cloro residual de 2 mg L⁻¹.

| Produto | Quantidade | Volume de água (Litros) | Tempo de espera (minutos) |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Hipoclorito de sódio a 10% | 20 mL ou 2 colheres de sopa | 1.000 | 30 |
| Água Sanitária a 2% | 100 mL ou 10 colheres de sopa | 1.000 | 30 |

Fonte: Amorim e Porto (2001).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. As águas dos açudes dos municípios de Ouricuri-PE e Canudos-Ba apresentaram níveis de coliformes fecais acima dos padrões estabelecidos pela legislação;
2. Há necessidade de capacitar as comunidades quanto aos aspectos de qualidade e manejo da águas, seja na fonte e, ou, na forma de armazená-la na residência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. IN: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 3. 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: ABCMAC. 2001. CD-room.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução H. R. GHEYI; J. F. MEDEIROS; F. A. V. DAMACENO. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO: Irrigação e Drenagem; 29) Revisado 1.

CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÃO-CEI. **Açudes públicos da Bahia:** disponibilidade hídrica em reservatórios de grande e médio porte. Salvador: 1984. 286p. il.

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. **Dados metereológicos**. Disponível em <http://www.cpatas.embrapa.br/servicos/servicos.html>. Acesso em: 28 mar. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E PECUÁRIA-MARA. Instrução Normativa N°. 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial**, Brasília, 18 de setembro de 2003. Seção 1, p.14.

MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS. Portaria n°. 518, de 25 de março de 2004. **Diário Oficial**, Brasília, 26 de março de 2004. Seção 1, p.266.

MOLLE, F; CADIER, E. **Manual do Pequeno açude**. Recife: SUDENE/ORSTON. 1992.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT-HIDRO pela disponibilização dos recursos financeiros para realização desses estudos.

Ao técnico Joaquim Moreira Peixoto, pela dedicação e esforço na realização nos trabalhos de campo.